



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

97 EP 0 641 959 B 1

10 DE 694 17 321 T 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 16 H 59/46  
F 16 H 61/04

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 694 17 321.5  
96 Europäisches Aktenzeichen: 94 306 465.9  
96 Europäischer Anmeldetag: 2. 9. 94  
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 8. 3. 95  
97 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 24. 3. 99  
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 4. 11. 99

DE 694 17 321 T 2

30 Unionspriorität:  
116626 07. 09. 93 US

73 Patentinhaber:  
Eaton Corp., Cleveland, Ohio, US

74 Vertreter:  
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT, DE, ES, FR, GB, IT, NL, SE

72 Erfinder:  
Davis, Alan Richard, Plainwell, Michigan 49080, US

BEST AVAILABLE COPY

54 Steuereinrichtung/Verfahren für ein automatisiertes mechanisches Getriebe

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 17 321 T 2

10.08.93

EP 0641959

Steuereinrichtung/Verfahren für ein automatisiertes mechanisches Getriebe

Hintergrund der Erfindung

In Beziehung stehende Anmeldungen

Diese Anmeldung steht mit der EP-A-64/958 in Beziehung, die mit Variable Synchrones Window (variables Synchronfester) bezeichnet ist und die am gleichen Tag, dem 7. September 1993 wie die vorliegende Anmeldung eingereicht und auf die gleiche Anmelderin wie die vorliegende Anmeldung, die Eaton Corporation, überschrieben ist.

Gegenstand der Erfindung ist ein Steuersystem/Verfahren zum Steuern des Einkuppelns formschlüssiger Klauenkupplungen in einem wenigstens teilautomatischen mechanischen Fahrzeuggetriebesystem. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Steuersystem/Verfahren für ein automatisches mechanisches Kraftfahrzeuggetriebesystem, das die Getriebeklauenkupplungen zu einem Zeitpunkt veranlasst einzukuppeln oder sie in Einkuppelrichtung vorspannt, wenn die von dem Motor/der Eingangswelle angetriebene Kupplungshälfte mit einer Drehzahl umläuft, die etwas größer ist (vorzugsweise ungefähr 10 bis 50 U/min) als die mit der Ausgangswelle in Antriebsverbindung stehende Kupplungshälfte.

10.08.98

### Beschreibung des Stands der Technik

Voll- oder teilautomatische mechanische Getriebesysteme für Kraftfahrzeuge wie bspw. Schwerlastzugfahrzeuge von Sattelzügen sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie aus den US-Patenten Nr. 4.361.060, 4.595.986, 4.614.126, 4.648.290, 4.676.115, 4.784.019, 4.874.881, 4.899.607, 5.050.427 und 5.136.897, auf die verwiesen wird. Kurz gesagt, nutzen diese automatisierten Getriebesysteme typischerweise Sensoren, um Information, wie bspw. über die Betriebsart, eine Schaltanforderung, die Fahrpedalstellung, die aktuell eingerückte Gangstufe, die Motordrehzahl, die Eingangswellendrehzahl und/oder die Ausgangswellendrehzahl an eine Steuerung zu liefern. Die typischerweise auf einem Mikroprozessor basierende Steuerung verarbeitet diese Eingangssignale gemäß vorbestimmter logischer Regeln, um an unterschiedliche Aktuatoren, wie bspw. eine Motorkraftstoffbelieferungseinrichtung, eine Hauptkupplungsbetätigungseinrichtung und/oder einen Getriebeaktor, Befehlsausgangssignale auszugeben. Typischerweise werden die Beeinflussung der Kraftstoffbelieferung des Motors, eine Eingangswellen- oder Motorbremse und/oder eine Leistungssynchronisiereinrichtung benutzt, um die Eingangswelle und die mit ihr verbundenen Zahnräder zu veranlassen, in Bezug auf die Ausgangswellendrehzahl und die Zielgangstufe im Wesentlichen synchron zu drehen. Die EP-A-413412 offenbart den nächstkommenden Stand der Technik.

Im Hinblick auf die bekannten Reaktionszeiten der verschiedenen Aktuatoren werden die der Zielgangstufe zugeordneten Klauenkupplungen, wenn sich die Eingangsreh-

zahl („IS“) dem Synchronfenster annähert, d.h. das Produkt der Ausgangsdrehzahl mal numerischem Wert der Zielgangstufe ( $OS * GR_{TARGET}$ )  $\pm$  ein akzeptabler Wert (üblicherweise ungefähr  $\pm 40$  U/min), angewiesen, mit der Annahme, dass die erwartete Eingangswellendrehzahl ( $IS_e$ ) innerhalb des Akzeptanzbereichs liegt, wenn die Klauenkupplungshälften der Zielgangstufe einzurücken beginnen.

Während Steuerungssysteme nach dem Stand der Technik für automatische mechanische Kraftfahrzeuggetriebesysteme generell befriedigend sind und ein gut synchronisiertes Einrücken der Klauenkupplung ergeben, sind sie insofern nicht ganz befriedigend, als die der Zielgangstufe zugeordneten Klauenkupplungen speziell bei Zurückschaltvorgängen dazu neigen einzurücken, wenn die mit der Eingangswelle in Antriebsbeziehung stehende Klauenkupplungshälfte mit einer niedrigeren Geschwindigkeit umläuft als die Klauenkupplungshälfte, die mit der Ausgangswelle in Verbindung steht. Das Einrücken der Klauenkupplungen, wenn die Eingangswelle etwas unter der exakten Synchrongeschwindigkeit läuft, wird ein gewisses Verzögern des Fahrzeugs verursachen, das für den Fahrer nicht so angenehm ist, wie der „Schub“ der sich aus dem Einrücken der Klauenkupplungen ergibt, wenn die Eingangswelle etwas oberhalb der Synchrongeschwindigkeit dreht.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die Nachteile des Stands der Technik überwunden oder minimiert, indem ein Steuersystem/Verfahren für ein Voll- oder teilautomatisches mechanisches Kraftfahrzeuggetriebesystem geschaf-

fen worden ist, das sowohl bei Hochschaltvorgängen als auch bei Zurückschaltvorgängen dazu neigt, das Einrücken der Klauenkupplung zu veranlassen, wenn die Eingangswelle mit einer Drehzahl IS dreht, die gleich oder etwas größer als die exakte Synchrondrehzahl ( $OS * GR_{TARGET}$ ) ist. Wie oben erwähnt, ergibt dies für das Fahrzeug das Gefühl eines schwachen „Schubeindrucks“ beim Einrücken der Kupplung, was sich als sehr wünschenswert herausgestellt hat.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das obige erzielt, indem das Synchronfenster von  $(OS * GR) + K \geq IS \geq (OS * GR) - K$  zu  $(OS * GR) + K \geq IS \geq (OS * GR)$  geändert wird, wobei

IS = Eingangswellendrehzahl  
 OS = Ausgangswellendrehzahl  
 GR = numerischer Wert der Ganguntersetzung der Zielgangstufe  
 K = eine positive Konstante (ungefähr 20 bis 40 U/min).

Der Wert des Toleranzfaktors K wird als eine Funktion des härtest akzeptablen Schaltvorgangs ausgewählt, siehe bspw. die US-Patentschrift Nr. 5.052.535. Wie weiter unten detaillierter diskutiert werden wird, kann der Wert von K auch als eine Funktion des numerischen Werts der Zielgangstufe festgelegt werden.

Als alternative und etwas weniger zweckmäßiger Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Synchronfenster, wenn die Aktuatoren und Steuerungen nicht ausreichend schnell reagieren, um die Klauenkupplungen innerhalb des oben beschriebenen Synchronfensters einzurü-

10.05.99

cken, als  $(OS * GR) + K \geq IS \geq (OS * GR) - (K/X)$  definiert werden, wobei:

X = eine positive ganze Zahl größer 1.

Das Synchronfenster wäre, wenn bspw.  $K = 30$  und  $X = 20$ ,  $(OS * GR) + 30 \geq IS > (OS * GR) - 15$  und das System hätte eine 2:1 Tendenz (d.h. ungefähr 67%) die Klauenkupplungen mit einem „Schub“ einzurücken.

Als eine weitere alternative Ausführungsform kann der Wert von K in den niedrigeren Gangstufen (höherer numerischer Wert der Ganguntersetzung) mit dem Wert der numerischen Ganguntersetzung der Zielgangstufe variieren, bis ein Minimalwert wie bspw. 30 U/min erreicht ist.

Bei einer anderen Ausführungsform, bei der ein minimales Gesamtsynchronfenster Y definiert ist (wie bspw. 45 U/min) ist K eine Funktion der numerischen Ganguntersetzung mit einem Minimalwert (wie bspw. 30 U/min) und es ist ein Synchronfenster definiert als  $(OS * GR) + K \geq IS > (OS * GR)$  wenn  $K \geq Y$  und  $(OS * GR) + K \geq IS > (OS * GR) - (Y - K)$  wenn  $K < Y$ .

In der Praxis werden Kommandos zum Einrücken der Klauenkupplung, wenn die Eingangswellendrehzahl allgemein erhöht ist, um bei einem Zurückschaltvorgang Synchronität zu erzielen, und wenn sie allgemein erhöht ist, um bei einem Hochschaltvorgang Synchronität zu erzielen, für einen Zurückschaltvorgang etwas verzögert und für einen Hochschaltvorgang im Vergleich zum Stand der Technik unter der Steuerung des erfindungsgemäßen Systems/Verfahrens möglicherweise etwas beschleunigt.

10.06.98

Eine mögliche Ausnahme bei den obigen Ausführungsformen tritt bei Verbundgetrieben der Rangebauart auf, siehe US-Patent Nr. 5.193.410, bei dem bei einem Verbund-Range-Hochschaltvorgang zur Sicherstellung des richtigen Betriebs der Ranggruppensynchronisiereinrichtungen ein Kompromiss hinsichtlich der Schaltqualität getroffen werden kann, indem das Getriebe auf das Einrücken der Hauptgruppenklauenkupplung der Zielgangstufe vorgespannt wird, so dass  $(OS * GR) > IS \geq (OS * GR) - Z$ , wobei Z eine positive Drehzahl ist. In den folgenden Beschreibungen der bevorzugten Ausführungsformen wird diese mögliche Ausnahme verständlich.

Entsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Steuersystem/Verfahren für ein wenigstens teilautomatisiertes mechanisches Kraftfahrzeuggetriebesystem zu schaffen, das die Zeitfolge des Einrückens der Klauenkupplung bei einer Eingangswellendrehzahl auslöst oder steuert, die gleich oder etwas größer ist als die exakte Synchrondrehzahl für die Eingangswelle für das Einrücken der Zielgangstufe ( $GR_{TARGET}$ ) bei einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit (OS).

Diese und andere Aufgaben und Vorzüge der vorliegenden Erfindung werden aus dem Studium der Beschreibung, der bevorzugten Ausführungsform in Verbindung mit den Zeichnungen ersichtlich.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 ist eine schematische Veranschaulichung eines automatischen mechanischen Getriebesystems der Bauart, die

besonders gut dazu geeignet ist, von dem erfindungsgemäßen Steuerverfahren/System gesteuert zu werden.

Figur 2 ist eine schematische Veranschaulichung des mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems, das von dem erfindungsgemäßen Steuersystem/Verfahren gesteuert ist.

Figur 3 ist eine ausschnittsweise Querschnittsansicht einer typischen formschlüssigen Klauenkupplungsanordnung, die bei automatischen mechanischen Getriebesystemen nach den Figuren 1 und 2 benutzt wird.

Figur 4 ist eine schematische Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Steuersystems/Verfahrens in Form eines Flussbilds.

Figur 5 ist ein Tablo, das die numerischen Getriebeuntersetzungen und typische Toleranzfaktorwerte für ein in den Figuren 1 und 2 veranschaulichtes Getriebe veranschaulicht.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

In der nachfolgenden Beschreibung wird zur bequemeren Bezugnahme und ohne beschränkende Wirkung eine gewisse Terminologie verwendet. Die Worte „nach oben“, „nach unten“, „nach rechts“ und „nach links“ bezeichnen Richtungen in den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. Die Worte „nach innen“ und „nach außen“ beziehen sich auf Richtungen auf die geometrische Mitte der Einrichtung und bezeichneter Teile derselben hin bzw. von dieser weg.



10.05.98

Der Begriff „Verbundgetriebe“ wird dazu verwendet, ein Geschwindigkeits- oder Gangwechselgetriebe mit einer mehrere Vorwärtsgänge aufweisenden Hauptgetriebegruppe und einer mehrgängigen Hilfsgetriebegruppe zu bezeichnen, die in Serie angeordnet sind, so dass die gewählte Getriebeuntersetzung der Hauptgetriebegruppe mit einer weiter ausgewählten Getriebeuntersetzung der Hilfsgetriebegruppe verbunden werden kann. „Synchronisierte Kupplungsanordnung“ und Worte ähnlicher Bedeutung bezeichnen eine Kupplungsanordnung, die dazu verwendet wird, ein ausgewähltes Zahnrad mittels einer formschlüssigen Kupplung mit einer Welle zu kuppeln, wobei versuchtes Einrücken der Kupplung verhindert wird, bis die Kupplungshälften weitgehend synchron drehen, wobei an den Kupplungshälften relativ leistungsfähige Reibmittel dazu verwendet werden und ausreichend sind bei Beginn des Einrückens der Kupplung, die Kupplungshälften und alle mit diesen umlaufende Teile zu veranlassen, mit im Wesentlichen synchroner Drehzahl umzulau-  
fen.

Der Begriff „Hochschaltvorgang“ bezeichnet, wie er hier verwendet wird, das Schalten aus einem langsameren Gang in eine höhere Gangstufe. Der Begriff „Zurückschalten“ soll, wie er hier benutzt wird, das Schalten aus einer schnelleren Gangstufe in eine langsamere Gangstufe bezeichnen.

Ein automatisches mechanisches Kraftfahrzeuggetriebesystem 10 der Bauart, die besonders gut zur Steuerung durch das erfindungsgemäße Steuersystem/Verfahren geeignet ist, ist in den Figuren 1 und 2 schematisch veranschaulicht. Voll- und teilautomatische mechanische Getriebesysteme sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie aus den

oben genannten US-Patenten 4.361.060, 4.595.986, 4.614.126, 4.648.290, 4.676.115, 4.784.019, 5.053.961 und 5.136.897 ersichtlich ist, auf die verwiesen wird.

Figur 1 veranschaulicht ein automatisches mechanisches Kraftfahrzeuggetriebesystem 10 schematisch, das ein automatisches mehrgängiges Gangwechselgetriebe 11 enthält, das über einen kraftstoffgesteuerten Motor E, wie bspw. einen bekannten Dieselmotor, über eine Kupplung, wie bspw. eine Reibungshauptkupplung C, angetrieben ist. Der Ausgang des automatischen Getriebes 10 ist eine Ausgangswelle 90, die dazu eingerichtet ist, mit einer geeigneten Fahrzeugkomponente, wie bspw. dem Differenzial oder einer Antriebsachse, einem Verteilergetriebe oder ähnlichem treibend verbunden zu werden, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Die Kurbelwelle 20 des Motors E treibt die Antriebs-scheiben 18 der Reibungshauptkupplung C, die reibungsmäßig mit getriebenen Scheiben 22 zum Antrieb der Eingangswelle 16 des Getriebes 11 verbindbar ist.

Die oben genannten Antriebsstrangkomponenten sind durch verschiedene Einrichtungen betätigt und/oder überwacht, deren jede nachstehend kurz erläutert ist. Diese Einrichtungen beinhalten eine Überwachungsanordnung 21 für die Fahrpedalposition oder die Drosselöffnung, die die vom Fahrer vorgenommene Einstellung der Position des Fahrpedals oder der Drosseleinrichtung THL erfasst, wobei eine Kraftstoffsteuerungseinrichtung 23 die zu dem Motor E gelieferte Kraftstoffmenge kontrolliert, einen Motordrehzahlsensor 25, der die Drehzahl des Motor erfasst, eine

Kupplungsbetätigungseinrichtung 27, die die Hauptkupplung C ein- und ausrückt und die außerdem Information über den Kupplungsstatus liefern kann, einen Eingangswellendrehzahlsensor 98 zur Erfassung der Drehzahl der Getriebeeingangswelle 16, eine Getriebebetätigungseinrichtung 29, die dazu dient, das Getriebe 11 in eine gewählte Gangstufe zu schalten und ein Signal zu liefern, das für den Getriebe-leerlaufzustand und/oder die aktuell eingerückte Gangstufe kennzeichnend ist, sowie einen Ausgangswellendrehzahlsensor 100 zur Erfassung der Drehzahl der Ausgangswelle 90.

Die Getriebebeschaltbetätigungseinrichtung 27 kann von jeder bekannten Bauart sein; Beispiele dafür sind aus den oben genannten US-Patenten 4.874.881 und 4.899.607 ersichtlich, auf die verwiesen wird.

Die oben genannten Einrichtungen liefern Information an und/oder akzeptieren Befehlssignale von der zentralen Verarbeitungseinheit 31. Die zentrale Verarbeitungseinheit 31 kann analoge und/oder digitale elektronische Berechnungs- und Logikschaltungen enthalten, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist. Vorzugsweise basiert die zentrale Verarbeitungseinheit auf einem Mikroprozessor; ein Beispiel dafür ist aus der oben genannten US-Patentschrift Nr. 0595986 ersichtlich, auf die verwiesen wird. Die zentrale Verarbeitungseinheit 31 empfängt außerdem Information von einer Schaltsteueranordnung 33, durch die der Fahrzeugführer eine Rückwärtsbetriebsart (R), Leerlaufbetriebsart (N) oder eine Vorwärtsbetriebsart (D) des Fahrzeugs auswählen kann. Eine (nicht veranschaulichte) elektrische Leistungsquelle und/oder eine Druckmittelquelle (nicht veranschaulicht), liefert elektrische und/oder pneumatische Leistung an verschiedene Sensor-,

Betätigungs- und/oder Verarbeitungseinheiten.

Antriebsstrangkomponenten und Steuerung für diese, von der oben beschriebenen Bauart, sind aus dem Stand der Technik bekannt und können detaillierter den US-Patenten Nr. 4.959.986, 4.576.065 und 4.445.393 entnommen werden. Die Sensoren 21, 23, 25, 27, 98, 29 und 100 können von jeder bekannten Bauart und jedem bekannten Aufbau zur Erzeugung von analogen oder digitalen Signalen sein, die dem überwachten Parameter proportional sind. Ähnlich können die Betätigungseinrichtungen 23, 27 und 29 von jeder elektrischen, pneumatischen oder elektropneumatischen Bauart sein, um Betätigungen von Befehlsausgangssignalen der zentralen Verarbeitungseinheit 31 auszuführen.

Zusätzlich zu direkten Eingangssignalen kann die zentrale Verarbeitungseinheit 31 mit einer Schaltung zur Differenzierung von Eingangssignalen wenigstens eines Sensors 23, 25 und/oder 98 versehen sein, um ein berechnetes Signal zu liefern, das für die Drehbeschleunigung und/oder Verlangsamung des Motors, der Getriebeeingangswelle und/oder der Getriebeausgangswelle kennzeichnend ist. Die CPU 31 kann außerdem mit einer Schaltung und logischen Regeln versehen sein, um die Eingangssignale der Sensoren 98 und 100 zu verifizieren und festzustellen, dass das Getriebe in einer speziellen Gangstufe eingerückt ist usw.

Die baulichen Einzelheiten des automatischen Getriebes 11 sind aus Figur 2 ersichtlich, auf die verwiesen wird. Das Verbundgetriebe 11 weist eine mehrgängige Hauptgetriebegruppe 12 auf, die mit einer Hilfsgruppe der Rangbauart in Serie angeordnet ist. Das Getriebe 11 ist von einem Gehäuse H aufgenommen und weist eine Eingangswelle

16 auf, die von einem Primärantrieb, wie bspw. einem Dieselmotor E, über eine wahlweise getrennte, normalerweise eingekuppelte Reibungshauptkupplung C angetrieben wird, deren Eingangs- oder Antriebshälfte 18 mit der Motorkurbelwelle 20 treibend verbunden ist und deren Abtriebshälfte 22 drehfest mit der Getriebeeingangswelle 16 verbunden ist.

Eine von der CPU 31 betätigte Eingangswellenbremse B ist vorzugsweise dazu vorgesehen, ein schnelleres Hochschalten zu erbringen, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist.

Dem mechanischen Getriebe 11 ähnliche Getriebe sind aus dem Stand der Technik bekannt und können den US-Patenten Nr. 3.105.395, 3.283.613, 4.754.665 und 5.193.410 entnommen werden, auf die verwiesen wird.

In der Hauptgetriebegruppe 12 trägt die Eingangswelle 16 ein Eingangszahnrad 24 zum gleichzeitigen Antreiben mehrerer im Wesentlichen gleicher Vorgelegewellenanordnungen 26 und 26a mit im Wesentlichen identischen Drehzahlen. Die beiden im Wesentlichen identischen Vorgelegewellenanordnungen sind an einander diametral gegenüberliegenden Seiten der Hauptwelle 28 angeordnet, die mit der Eingangswelle 16 im Wesentlichen coaxial fluchend ausgerichtet ist. Jede der Vorgelegewellenanordnungen weist eine Vorgelegewelle 30 auf, die durch Lager 32 und 34 in dem Gehäuse H abgestützt ist, von dem lediglich ein Teil schematisch veranschaulicht ist. Jede Vorgelegewelle ist mit einer identischen Gruppierung von Vorgelegewellenzahnradern 38, 40, 42, 44, 46 und 48 versehen, die drehfest mit ihr verbunden sind. Mehrere Hauptwellenzahnräder 50, 52,

54, 56 und 58 sitzen auf der Hauptwelle 28 und sind zeitlich einander ausschließend drehfest mit der Hauptwelle 28 kuppelbar. Mehrere Hauptwellenzahnräder 50, 52, 54, 56 und 58 sitzen auf der Hauptwelle 28 und sind zeitlich einander ausschließend durch verschiebbare Klauenkupplungsmuffen 60, 62 und 64, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, drehfest mit der Hauptwelle 28 kuppelbar. Die Kupplungsmuffe 60 kann außerdem dazu verwendet werden, das Eingangszahnrad 24 mit der Hauptwelle 28 zu kuppeln, um eine direkte Antriebsbeziehung zwischen der Antriebswelle 16 und der Hauptwelle 28 zu schaffen.

Typischerweise werden die Kupplungsmuffen 60, 62 und 64, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, mittels dem Aktuator 27 zugeordneter Schaltgabeln axial positioniert. Die Kupplungsmuffen 60, 62 und 64 können von der bekannten doppeltwirkenden, nicht synchronisierten Klauenkupplungsbauart sein.

Das Hauptwellenzahnrad 58 ist das Rückwärtsgangzahnrad und steht über ein herkömmliches Zwischenzahnrad (nicht veranschaulicht) in ständigem kämmendem Eingriff mit Vorgelegewellenzahnradern 48. Es sollte außerdem angemerkt werden, dass die Hauptgetriebegruppe 12 fünf auswählbare Vorwärtsgänge liefert, wobei die niedrigste Vorwärtsgangstufe, nämlich die durch treibende Verbindung zwischen dem Hauptwellenzahnrad 56 zur Hauptwelle 28 erbrachte Gangstufe, häufig von einer solch hohen Untersetzung ist, dass sie als niedrigster oder „Kriech“-Gang angesehen wird, der lediglich zum Anfahren eines Fahrzeugs unter erschwerten Bedingungen verwirklicht und üblicherweise nicht in dem oberen Getriebe-Rangbereich benutzt wird. Obwohl die Hauptgetriebegruppe 12 fünf Vorwärtsgänge

liefert, wird sie üblicherweise entsprechend als eine „Vier plus Eins“-Hauptgruppe bezeichnet, weil lediglich vier der fünf Vorwärtsgänge mit der Hilfsgetriebegruppe 14 verbunden werden, die mit ihr verwendet wird.

Die Klauenkupplungen 60, 62 und 64 sind dahingehend drei Positionskupplungen, als sie mittels des Aktuators 27 wie dargestellt in die mittlere nicht eingerückte Position oder in eine ganz rechte eingekuppelte Position oder eine ganz linke eingekuppelte Position überführt werden kann. Wie bekannt, ist zu einem gegebenen Zeitpunkt lediglich eine der Kupplungen 60, 62 und 64 einkuppelbar und es sind Hauptgruppensperrmittel (nicht veranschaulicht) vorgesehen, um die anderen Kupplungen in der jeweiligen Neutralposition zu verriegeln.

Die Hilfsgetriebe-Ranggruppe 14 enthält zwei im Wesentlichen identische Vorgelegewellenanordnungen 74 und 74a, zu denen jeweils eine Hilfsgruppenvorgelegewelle 76 gehört, die durch Lager 78 und 80 in dem Gehäuse H abgestützt ist und jeweils zwei Hilfsgruppenvorgelegewellenzahnräder 82 und 84 drehfest tragen. Die Hilfsgruppenvorgelegewellenzahnräder 82 stehen in ständigem kämmendem Eingriff mit einem Range/Ausgangszahnrad 86 und tragen dieses, während die Hilfsgruppenvorgelegewellenzahnräder 84 in ständigem kämmendem Eingriff mit einem Ausgangszahnrad 88 stehen, das drehfest mit der Ausgangswelle 90 verbunden ist.

Eine synchronisierte Zweipositions-Klauenkupplungsanordnung 92, die mittels einer (nicht veranschaulichten) Schaltgabel und der Ranggruppen-Schaltaktuatoranordnung 96 positioniert ist, ist dazu vorgesehen, entweder für

einen Betrieb im niedrigen Rangebereich das Zahnrad 86 mit der Hauptwelle 28 oder für den Betrieb des Verbundgetriebes 10 in dem direkten oder oberen Rangebereich das Zahnrad 88 mit der Hauptwelle 28 zu kuppeln.

Obwohl die Hilfsgruppe 14 der Rangebauart als eine zweigängige Gruppe mit schräg- oder schraubenverzahnten Zahnradern veranschaulicht ist, versteht es sich, dass die vorliegende Erfindung außerdem auf Verbundgetriebe mit Splittergruppen und/oder Hilfsgruppen der kombinierten Splitter/Rangbauart mit drei oder mehr auswählbaren Rangebereichen und/oder mit Planetengetrieben anwendbar ist. Außerdem können eine oder mehrere der Kupplungen 60, 62 oder 64 von der synchronisierten Kupplungsbauart sein und die Getriebegruppen 12 und/oder 14 können von der Bauart mit einer einzigen Vorgelegewelle sein.

Figur 3 veranschaulicht einen typischen Klauenkupplungsaufbau, wie er bei mechanischen Schwerlast-Gangwechselgetrieben der Bauart verwendbar ist, die durch das erfindungsgemäße Steuersystem/Verfahren automatisierbar ist. Kurz gesagt, ist ersichtlich, dass Hauptwellenzahnräder 54, 56 radial schwimmend auf der Hauptwelle 28 sitzen und durch Abstandselemente 102 in vorbestimmter Axialposition in Bezug auf die Hauptwelle 28 gehalten werden, wie detaillierter aus den US-Patenten Nr. 3.894.621 und 4.949.589 ersichtlich ist, auf die verwiesen wird. Die Kupplungsmuffen 62 und 64 sind mit einer inneren Profilverzahnung 104 versehen, die verschiebbar mit einer an der Außenfläche der Hauptwelle 28 vorgesehenen äußeren Profilverzahnung 106 im Eingriff steht. Die Kupplungsmuffen 62 und 64 sind mittels Schaltgabeln 108 und 110 auf der Hauptwelle 28 axial positioniert, die von dem Schaltaktua-



tor 27 gesteuert werden. Die Schaltmuffe 62 ist mit Klauenkupplungszähnen 112 versehen, die wahlweise mit den Klauenkupplungszähnen 114 in Eingriff bringbar sind, die an dem Hauptwellenzahnrad 54 vorgesehen sind. Die Schaltmuffe 64 ist mit Klauenkupplungszähnen 116 versehen, die wahlweise mit Klauenkupplungszähnen 108 in Eingriff bringbar sind, die an dem Hauptwellenzahnrad 56 vorgesehen sind.

Wie bekannt, muss die Kupplungsmuffe 62, um ein weiches Ankuppeln des Zahnrad 54 an die Hauptwelle 28 zu erzielen, zu einem Zeitpunkt nach rechts bewegt werden, um die Kupplungszähne 112 mit den Kupplungszähnen 114 in Eingriff zu bringen, wenn die Hauptwelle 54 mit einer Drehzahl läuft, die im Wesentlichen gleich der Drehzahl der Hauptwelle 28 und der Kupplungsmuffe 62 ist, die mit dieser umläuft. Angenommen, dass die Hilfsrangegruppe 14 entweder in ihrem hohen Gang oder in ihrem niedrigen Gang eingerückt bleibt, bestimmt sich die Drehzahl der Kupplungsmuffen und der Hauptwelle 28 durch das Untersetzungsverhältnis der Rangegruppe und die Drehzahl der Ausgangswelle (OS). Während der Zeit des Gangwechselforgangs in der Hauptgetriebegruppe 12 bleibt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und somit die Drehzahl der Ausgangswelle 40 im Wesentlichen konstant. Die Drehzahl der Hauptwellenzahnrad 54 und 56 ist eine Funktion der Untersetzungsverhältnisse derselben und der Drehzahl der Eingangswelle 16 (IS). Entsprechend wird die Drehzahl der Eingangswelle 16, um einen im Wesentlichen synchronen Zustand zum Einrücken einer der Hauptwellenzahnräder zu erreichen, durch Kontrolle der Kraftstoffbelieferung des Motors E und/oder Betätigung der Hochschaltbremse B moduliert. Wie aus dem Stand der Technik bekannt ist, gilt im präzisen Synchron-

10.05.99

zustand zum Einrücken einer speziellen Zielgangstufe  $IS = OS * GR_{TARGET}$  und wenn die Kupplung C ohne Schlupf vollständig eingerückt ist gilt  $ES = IS = OS * GR_{TARGET}$ . In der Praxis können akzeptable Schaltvorgänge erreicht werden, wenn die Klauenkupplungshälften um ein gewisses Maß, wie bspw. ungefähr 20 bis 40 U/min, außer Synchronität sind. Entsprechend beträgt das Synchronschaltfenster zum Einrücken einer speziellen Zielgangstufe  $IS = (OS * GR_{TARGET}) \pm 20$  bis 40 U/min.

Bei ganz oder teilautomatischen Getriebesystemen nach dem Stand der Technik ist die Reaktionszeit der verschiedenen Aktuatoren ein bekannter oder bestimmter Wert, wie auch die Änderungsgeschwindigkeit der Drehzahl des Motors und/oder der Eingangswelle. Auf der Basis dieser Parameter gibt die ECU 31, wenn sich die Eingangswellendrehzahl an eine im Wesentlichen synchrone Drehzahl annähert, Befehlsausgangssignale an die verschiedenen Aktuatoren, um ein Schalten in die ausgewählte Zielgangstufe mit der Erwartung auszulösen, dass die Kupplungszähne zu dem Zeitpunkt in Eingriff kommen, wenn die erwartete Eingangswellendrehzahl ( $IS_E$ ) gleich dem Produkt der Zielgangstufe multipliziert mit der Ausgangswellendrehzahl plus oder minus dem vorbestimmten Wert ist.

Während die Steuerungen nach dem Stand der Technik für automatische mechanische Kraftfahrzeuggetriebesysteme generell befriedigend sind und ein gut synchronisiertes Einrücken der Klauenkupplung ergeben, sind sie insofern nicht gänzlich befriedigend, als sie insbesondere bei Zurrückschaltvorgängen dazu neigen, die Klauenkupplungen, die der einzurückenden Zielgangstufe zugeordnet sind, einzurücken, wenn die Klauenkupplungshälfte, die in treibender

10.05.98

Verbindung mit der Eingangswelle steht, d.h. die den Hauptwellenzahnrädern zugeordneten Kupplungszähne mit einer niedrigeren Drehzahl laufen als die Klauenkupplungshälfte, die in treibender Verbindung mit der Ausgangswelle steht (d.h. die Kupplungszähne die den Klauenkupplungsmuffen zugeordnet sind). Dies ergibt ein Einkuppeln der Klauenkupplungen, wenn die Eingangswelle etwas unter der exakten Synchrondrehzahl liegt, was ein schwaches Verzögern des Fahrzeugs bewirkt, was dem Fahrer nicht so gefällt wie ein geringer „Schub“, der sich aus einem Einkuppeln der Klauenkupplungen ergibt, wenn die Eingangswelle bei einer Drehzahl etwas über der wirklichen Synchrondrehzahl liegt.

Entsprechend dem in Figur 4 in Form eines Flussbildes veranschaulichten Steuersystem/Verfahren wird das Synchronfenster so definiert, dass die ECU das Einkuppeln der Klauenkupplung veranlasst oder dazu neigt, dieses zu veranlassen, wenn die Eingangswelle mit einer Drehzahl läuft, die gleich oder etwas größer als die exakte Synchrondrehzahl ist, um die Zielgangstufe einzurücken. Dies hat zur Folge, dass das Fahrzeug einen schwachen „Schubeffekt“ erfährt oder dazu neigt, diesen zu erfahren, wenn die Klauenkupplungen einrücken, was für den Fahrer als sehr zu wünschender Eindruck herausgefunden worden ist.

Das obige wird erreicht, indem das Synchronfenster von  $(OS * GR_{TARGET}) + K > IS_E > (OS * GR_{TARGET}) - K$  zu  $(OS * GR) + K > IS > (OS * GR_{TARGET})$  geändert wird, wobei

$IS$  = erwartete Eingangswellendrehzahl,  $OS$  = Ausgangswellendrehzahl,  $GR_{TARGET}$  = der numerische Wert der Ganguntersetzung der Zielgangstufe und  $K$  = ein konstanter positiver

Wert (wie bspw. gleich oder größer als 40 U/min).

In der Praxis werden die Befehle zum Einrücken der Klauenkupplung, wenn die Eingangswellendrehzahl zum Erzielen der Synchronität bei einem Zurückschaltvorgang allgemein erhöht und zum Erzielen der Synchronität bei einem Hochschaltvorgang allgemein vermindert ist, bei einem Zurückschaltvorgang etwas verzögert und unter der Steuerung des erfindungsgemäßen Steuersystem/Verfahren im Vergleich zum Stand der Technik für einen Hochschaltvorgang etwas beschleunigt.

Es wird auf die Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Steuersystems/Verfahrens in Figur 4 in Form eines Flussbildes verwiesen; der Wert  $IS_e$  ist der erwartete Wert für die Eingangswellendrehzahl nach Durchlaufen einer Zeitspanne, die generell gleich der Reaktionszeit der verschiedenen Aktuatoren ist, um auf Befehlsausgangssignale der CPU 31 zu reagieren, um die Klauenkupplungszähne, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, zu veranlassen, beginnend in Eingriff zu kommen.

Entsprechend ist ersichtlich, dass die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ein Steuersystem/Verfahren zum Steuern eines automatischen mechanischen Getriebes liefert, das tendenziell sicherstellt, dass das Einrücken der Klauenkupplung zu einem Zeitpunkt erreicht wird, wenn die Drehzahl der Eingangswelle gleich oder etwas größer ist, als die exakte Synchrongeschwindigkeit zum Einrücken der Zielgangstufe bei vorliegenden Fahrzeugbetriebsbedingungen.

Der Wert des Toleranzfaktors  $K$  wird als Funktion des

10.05.98

härtest akzeptablen Schaltvorgangs ausgewählt; siehe bspw. die oben genannte US-Patentschrift Nr. 5.052.535. Der Wert von K kann außerdem eine Funktion des numerischen Werts der Zielgangstufe sein.

Als eine alternative etwas weniger zweckmäßige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, kann das Synchronfenster, wenn die Aktuatoren und Steuerungen nicht ausreichend reaktionsschnell sind, um die Klauenkupplungen innerhalb des oben beschriebenen Synchronfensters einzurücken, beschrieben werden als  $(OS * GR) + K > IS > (OS * GR) - (K/X)$  wobei:

X = eine positive Zahl größer als 1.

Bspw. würde das Synchronfenster wenn  $K = 30$  und  $X = 2$ ,  $(OS * GR) + 30 \geq IS > (OS * GR) - 15$  sein und das System hätte eine Tendenz von 2:1 (d.h. ungefähr 67%) die Klauenkupplungen mit einem „Schub“ einzurücken.

Als eine weitere alternative Ausführungsform kann der Wert von K in den niedrigeren Gangstufen (höherer numerischer Wert der Untersetzung) mit dem Wert der numerischen Ganguntersetzung der Zielgangstufe variieren, bis ein Minimalwert wie bspw. 30 U/min erreicht ist. Es wird auf Figur 5 verwiesen; K wird als das größere von  $(20 * GR) - 19$  oder 30 genommen.

Bei einer anderen Ausführungsform wird ein minimales Gesamtsynchronfenster Y definiert (wie bspw.  $Y = 45$  U/min), er ist eine Funktion des numerischen Werts der Zielgangstufe (wie bspw.  $(20 * GR) - 19$ ) der numerischen Untersetzung mit einem Minimalwert (wie bspw. 30 U/min)

10.08.99

und es wird ein Synchronfenster definiert als  $(OS * GR) + K \geq IS > (OS * GR)$  wenn,  $K \geq Y$  und  $(OS * GR) + K \geq IS > (OS * GR) - (Y - K)$  wenn,  $K < Y$ . Die vierte Spalte, Synchronfenster, von Figur 5 veranschaulicht das durch das obige Beispiel definierte Synchronfenster.

In Gängen mit niedriger Geschwindigkeit und höherer Untersetzung wie bspw. vom ersten (1) bis fünften (5) Gang bei einem Getriebe mit zehn Vorwärtsgängen ist es zu wünschen und zulässig, ein etwas größeres Synchronfenster zu nutzen. Um sicherzustellen, dass ein Hochschaltvorgang ausgeführt werden kann wenn ein Fahrzeug eine Steigung hochfährt, d.h. sich sowohl ES/IS als auch OS vermindern, ist ein größeres Synchronfenster erforderlich. Außerdem ergibt in diesen Gängen die größere Getriebeuntersetzung eine niedrigere oder weichere Antriebsstrangfederkonstante, die dazu neigt, die Härte eines außerhalb der Synchronität erfolgenden Kupplungseinrückens zu dämpfen.

Eine mögliche Ausnahme von dem obigen tritt bei Verbundgetrieben der Rangebauart auf; siehe oben genanntes Patent Nr. 5.193.410, wobei bei einem Verbundrange-Hochschaltvorgang, wie bspw. ein fünf-sechs-Hochschaltvorgang oder ein überspringender fünf-sieben-Hochschaltvorgang, zur Sicherstellung des richtigen Betriebs der Ranggruppen-Synchronisiereinrichtungen ein Kompromiss hinsichtlich der Schaltqualität getroffen werden kann, indem das Getriebe auf das Einrücken der Hauptgruppen-Klauenkupplung der Zielgangstufe vorgespannt wird, so dass  $(OS * GR) > IS \geq (OS * GR) - K$  (oder  $Y$ , je nachdem was größer ist).

10.05.99

EP 0641959

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebessystems (10) der Bauart mit einem mehrgängigem mechanischen Getriebe, mit mehreren auswählbaren Gangstufen (GR), zu denen jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente (112/114, 116/118) gehören, wobei das Getriebe eine über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantriebe (E) antriebsmäßig verbundene Eingangswelle (16) und eine Ausgangswelle (90) zur antriebsmäßigen Verbindung mit den Fahrzeugantriebsrädern aufweist, mit einer Steuereinheit (CPU) die Eingangssignale empfängt, die die Eingangswellendrehzahl (IS) und Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnen, dieselben gemäß vorbestimmter logischer Regeln verarbeitet und an Systemaktuatoren (23, 27, 29), zu denen ein Getriebeaktor (27) gehört, der dazu dient, ausgewählte formschlüssige Klauenkupplungselemente wahlweise ein- und auszurücken, Befehlsausgangssignale auszugeben, wobei die Getriebebetätigungseinrichtung eine Reaktionszeit aufweist, die die Zeit beinhaltet, die der Aktuator benötigt, um auf ein Befehlsausgangssignal zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Eingriffs zu überführen, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

die Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an den Aktuator, um das Einrücken des Paares formschlüssiger Klauen-

kupplungselemente die einer Zielgangstufe ( $GR_T$ ) zugeordnet sind, nur dann auszulösen, wenn die Gleichung:

$OS * GR_T + K \geq IS_E \geq (OS * GR_T)$  erfüllt ist, wobei:

$OS$  = Ausgangswellendrehzahl (in U/min)

$GR_T$  = Übersetzungsverhältnis der Zielgangstufe

$K$  = eine positive Drehzahl, und

$IS_E$  = erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt beginnenden formschlüssigen Eingriffs des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Wert von  $???$  als eine Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem  $K$  wenigstens gleich 30 U/min ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem  $K$  wenigstens gleich 40 U/min ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, bei dem die Kupplung eine Reibkupplung ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, bei dem die Steuerung auf einem Mikroprozessor basiert.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, bei dem das System zusätzlich wahlweise betätigte Bremsmittel (B) aufweist, um die Drehzahl der Eingangswelle wahlweise zu verlangsamen.



8. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, bei dem der Primärantrieb ein durch Kraftstoffdrosselung gesteuerter Dieselmotor ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Gruppen- oder Rangbauart ist, wobei das Verfahren nur bei Verbundrangehochschaltvorgängen außerdem dadurch gekennzeichnet ist, dass das Auslösen des Einkuppeln des Paares formschlüssiger Kupplungselemente die, der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  gilt, wobei Y eine positive Drehzahl ist.

10. Steuersystem zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart, mit einem mehrgängigen mechanischen Getriebe mit mehreren auswählbaren Gangstufen (GR), zu denen jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente (112/114, 116/118) gehören, wobei das Getriebe eine Eingangswelle (16), die über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) antriebsmäßig verbunden ist, und eine Ausgangswelle (90) aufweist, die mit den Fahrzeugantriebsrädern treibend verbunden ist, mit einer Steuereinheit (CPU) zum Empfang von Eingangssignalen, die die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnen, und die diese gemäß vorbestimmter logischer Regeln verarbeitet, um Befehlsausgangssignale an Systemaktuatoren (23, 27, 29) auszugeben, zu denen ein Getriebeaktor (27) gehört, der zum wahlweisen Ein- und Ausrücken ausgewählter Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente dient, wobei die Getriebebetätigungseinrichtung

eine Reaktionszeit aufweist, zu die die Zeit beinhaltet, die der Aktuator benötigt, um auf ein Ausgangssignal zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Eingriffs zu überführen, wobei das Steuersystem gekennzeichnet ist durch:

Mittel (31) zur Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an die Aktuatoren, um das Einrücken des Pairs formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe ( $GR_T$ ) zugeordnet sind, nur dann auszulösen, wenn die Gleichung:

$(OS * GR_T) + K > IS_E \geq (OS * GR_T)$  gilt, wobei:

OS	=	Ausgangswellendrehzahl (in U/min)
$GR_T$	=	Übersetzungsverhältnis der Zielgangstufe
K	=	eine positive Drehzahl, und
$IS_E$	=	die erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt beginnenden formschlüssigen Eingriffs des Pairs formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

11. Steuersystem nach Anspruch 10, bei dem der Wert von  $IS_E$  als Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

12. Steuersystem nach Anspruch 10 oder 11, bei dem die Kupplung eine Reibkupplung ist.

13. Steuersystem nach Anspruch 10 oder 11, bei dem das System zusätzlich wahlweise betätigte Bremsmittel (B) aufweist, um die Drehzahl der Eingangswelle wahlweise zu verlangsamen.

14. Steuersystem nach Anspruch 10 oder 11, bei dem der Primärantrieb ein kraftstoffgedrosselter Dieselmotor ist.

15. System nach Anspruch 10 oder 11, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist, wobei das Verfahren für Rangeverbundschaltvorgänge weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_g \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y =$  eine positive Drehzahl ist.

16. Verfahren zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart, mit einem mehrgängigem mechanischen Getriebe, mit mehreren auswählbaren Gangstufen (GR), zu denen jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente (112/114, 116/118) gehören, wobei das Getriebe eine antriebsmäßig über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) verbundene Eingangswelle (16) und eine Ausgangswelle (90) zur antriebsmäßigen Verbindung mit den Fahrzeugantriebsrädern aufweist, mit einer Steuereinheit (CPU), die die Eingangssignale empfängt, die für die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnend sind, und die dieselben gemäß vorbestimmter logischer Regeln verarbeitet, um Befehlsausgangssignale an System-

10.05.99

aktuatoren (23, 27, 29) auszugeben, zu denen ein Getriebeaktuator (27) gehört, der dazu dient, Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente wahlweise ein- und auszurücken, wobei die Getriebebetätigungseinrichtung eine Reaktionszeit aufweist, die die Zeit enthält, die der Aktuator benötigt, um auf ein Befehlsausgangssignal zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Eingriffs zu überführen, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

die Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an die Aktuatoren, um das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe ( $GR_T$ ) zugeordnet sind nur dann zu initiieren, wenn die Gleichung:

$$(OS * GR_T) + K > IS_E \geq (OS * GR_T) - K/X \text{ erfüllt ist,}$$

wobei

OS	=	Ausgangswellendrehzahl (in U/min)
$GR_T$	=	Übersetzungsverhältnis der Zielgangstufe
K	=	eine positive Drehzahl
X	=	> 1,0, und
$IS_E$	=	die erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt anfänglichen formschlüssigen Eingriffs des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem der Wert von  $r$  als eine Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

18. Verfahren nach den Ansprüchen 16 oder 17, wobei  $X \geq 2,0$  ist.

19. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist, und wobei das Verfahren nur bei Verbundhochschaltvorgängen weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y$  = eine positive Drehzahl.

20. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem  $X \geq 2,0$ .

21. Verfahren nach den Ansprüchen 16 oder 17, bei dem  $K$  ungefähr 30 U/min ist.

22. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem  $K$  ungefähr gleich 30 U/min ist.

23. Steuersystem zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart, mit einem mehrgängigen mechanischen Getriebe mit mehreren auswählbaren Gangstufen (GR), zu denen jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente (112/114, 116/118) gehören, wobei das Getriebe eine über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) antriebsmäßig verbundene Eingangswelle (16) und eine Aus-

10.05.99

gangswelle (90) gehören, die mit den Fahrzeugantriebsrädern in treibender Verbindung steht, mit einer Steuereinheit (CPU) zum Empfang von Eingangssignalen, die die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnen, und diese gemäß vorbestimmter logischer Regeln verarbeitet, um Befehlsausgangssignale an Systemaktuatoren (23, 27, 29) auszugeben, die einen Getriebeaktor (27) beinhalten, der zum wahlweisen Ein- und Ausrücken ausgewählter Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente dient, wobei die Getriebebetätigungseinrichtung eine Reaktionszeit aufweist, zu der die Zeit gehört, die der Aktuator benötigt, um auf ein Ausgangssignal zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Einrückens zu überführen, wobei das Steuersystem gekennzeichnet ist durch:

Mittel (31) zur Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an die Aktuatoren, um das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe ( $GR_T$ ) zugeordnet sind, nur dann auszulösen, wenn die Gleichung:

$(OS * GR_T) + K \geq IS_E \geq (OS * GR_T) - (K/X)$  erfüllt ist, wobei:

OS	=	Ausgangswellendrehzahl (in U/min)
$GR_T$	=	Übersetzungsverhältnis der Zielgangstufe
K	=	eine positive Drehzahl, und
X	=	> 1,0 und
$IS_E$	=	die erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt beginnenden formschlüssigen Eingriffs des

10.08.99

Paars formschlüssiger Kupplungselemente ist, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

24. Steuersystem nach Anspruch 23, bei dem der Wert von  $IS_E$  als eine Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

25. Steuersystem nach Anspruch 23 oder 24, bei dem  $X \geq 2,0$  ist.

26. System nach Anspruch 23 oder 24, bei dem das System ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist und bei dem das Verfahren lediglich bei Verbund-Hochschaltvorgängen weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Einrücken des Paars formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y$  = eine positive Drehzahl ist.

27. System nach Anspruch 25, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist und bei dem das Verfahren lediglich bei Verbund-Hochschaltvorgängen weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Auslösen des Einrückens des Paars formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y$  = eine positive Drehzahl.

28. Steuersystem nach Anspruch 25, wobei die Kupplung eine Reibungskupplung ist.

29. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 16 oder 17, wobei  $K$  gleich dem größeren von  $fGR_T$  oder  $K_{MIN}$  ist, wobei:

$fGR_T$  eine Funktion von  $GR_T$  ist, die sich mit erhöhenden bzw. verminderten Werten von  $GR_T$  erhöht bzw. vermindert, und

$K_{MIN}$  ist ein konstanter Minimalwert.

30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei  $K_{MIN}$  ungefähr gleich 30 U/min ist.

31. Verfahren nach Anspruch 9, wobei  $K$  gleich dem größeren von  $fGR_T$  oder  $K_{MIN}$  entspricht, wobei:

$fGR_T$  eine Funktion von  $GR_T$  ist, die sich mit entsprechenden erhöhenden bzw. verminderten Werten von  $GR_T$  erhöht bzw. vermindert, und

$K_{MIN}$  ein konstanter Minimalwert ist.

32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem  $K_{MIN}$  gleich ungefähr 30 U/min ist.

33. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem  $K$  dem größeren von  $fGR_T$  oder  $K_{MIN}$  entspricht, wobei:

$fGR_T$  eine Funktion von  $GR_T$  ist, die sich mit erhöhenden bzw. vermindernden Werten von  $GR_T$  entsprechend erhöht bzw. vermindert, und

$K_{MIN}$  ein konstanter Minimalwert ist.



10.05.99

34. Verfahren nach Anspruch 33, bei dem  $K_{\text{MIN}}$  gleich ungefähr 30 U/min ist.

35. System nach den Ansprüchen 10, 11, 21 oder 24, bei dem  $K$  gleich dem größeren von  $fGR_T$  oder  $K_{\text{MIN}}$  ist, wobei:

$fGR_T$  eine Funktion von  $GR_T$  ist, deren Wert sich mit erhöhenden bzw. vermindernenden Werten von  $GR_T$  erhöht bzw. vermindert, und

$K_{\text{MIN}}$  ein konstanter Minimalwert ist.

36. Verfahren nach Anspruch 29, wobei  $K_{\text{MIN}}$  ungefähr gleich 30 U/min ist.

37. System nach Anspruch 35, bei dem das Getriebe ein Getriebe der Rangeverbundbauart ist, wobei das System nur bei Verbundhochschaltvorgängen durch Mittel zum Auslösen des Einrückens des Paares formschlüssiger Kupplungselemente versehen ist, die nur dann auslösen, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y =$  eine positive Drehzahl.

38. Verfahren nach Anspruch 29, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist, wobei das Verfahren bei Verbundhochschaltvorgängen weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * R_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y =$  eine positive Drehzahl.

39. Verfahren nach Anspruch 38, bei dem  $K_{\text{MIN}}$  gleich ungefähr 30 U/min ist.

40. Verfahren zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart, mit einem mehrgängigem mechanischen Getriebe mit mehreren auswählbaren Gangstufen (GR), zu denen jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare positiver Klauenkupplungselemente (112/ 114, 116/118) gehören, wobei das Getriebe eine antriebsmäßig über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) verbundene Eingangswelle (16) und eine Ausgangswelle (90) zur antriebsmäßigen Verbindung mit den Fahrzeugantriebsrädern aufweist, mit einer Steuereinheit (CPU), die die Eingangssignale empfängt, die für die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnend sind, und die dieselben gemäß vorbestimmter logischer Regeln verarbeitet, um Befehlsausgangssignale an Systemaktuatoren (23, 27, 29) auszugeben, zu denen ein Getriebeaktor (27) gehört, der dazu dient, Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente wahlweise ein- und auszurücken, wobei die Getriebebetätigungseinrichtung eine Reaktionszeit aufweist, die die Zeit enthält, die der Aktuator benötigt, um auf ein Befehlsausgangssignal zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Eingriffs zu überführen, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

die Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an die Aktuatoren, um das Einrücken des Pairs formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe ( $GR_T$ ), zugeordnet sind, nur dann zu initiieren, wenn die Gleichung:

$(OS * GR_T) + K \geq IS_E > (OS * GR_T)$  erfüllt ist, wenn  $K \geq Z$  oder  $(OS * GR_T) + K \geq IS_E > (OS * GR_T) - (Z - K)$  gilt, wenn  $K < Z$ , wobei:

OS	=	Ausgangswellendrehzahl (in U/min)
GR <sub>T</sub>	=	Übersetzungsverhältnis der Zielgangstufe
K	=	eine positive Drehzahl
Z	=	minimales Gesamtsynchronfenster (in U/min), und
IS <sub>E</sub>	=	die erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt beginnenden formschlüssigen Eingriffs des Paares positiver Kupplungshälften ist, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

41. Verfahren nach Anspruch 40, bei dem der Wert IS<sub>E</sub> als eine Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt wird.

42. Verfahren nach Anspruch 40 oder 41, bei dem K gleich dem größeren von  $fGR_T$  oder  $K_{MIN}$  ist, wobei:

$fGR_T$  eine Funktion von GR<sub>T</sub> ist, deren Wert sich mit einer Erhöhung bzw. Verminderung der Werte von GR<sub>T</sub> erhöht bzw. vermindert, und

$K_{MIN}$  ein konstanter Minimalwert ist.

43. Verfahren nach Anspruch 42, bei dem  $K_{MIN}$  ungefähr 30 U/min ist.

44. Verfahren nach Anspruch 40 oder 41, bei dem Z ungefähr gleich 45 U/min ist.

45. Verfahren nach Anspruch 42, bei dem Z ungefähr gleich 45 U/min ist.

46. Verfahren nach Anspruch 43, bei dem Z ungefähr gleich 45 U/min ist.

47. Steuersystem zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart, mit einem mehrgängigen mechanischen Getriebe mit mehreren auswählbaren Gangstufen (GR), zu denen jeweils ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente (112/114, 116/118) dienen, die ihnen zugeordnet sind, wobei das Getriebe eine Eingangswelle (16), die über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) antriebsmäßig verbunden ist, und eine Ausgangswelle (90) aufweist, die mit den Fahrzeugantriebsrädern in treibender Verbindung steht, mit einer Steuereinheit (CPU) zum Empfang von Eingangssignalen, die die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnen und diese gemäß vorbestimmter logischer Regeln verarbeitet, um Befehlsausgangssignale an Systemaktuatoren (23, 27, 29) auszugeben, zu denen ein Getriebeaktor (27) gehört, der zum wahlweisen Ein- und Ausrücken ausgewählter Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente dient, wobei die Getriebebetätigungseinrichtung eine Reaktionszeit aufweist, die die Zeit beinhaltet, die der Aktuator benötigt, um auf ein Ausgangssignal zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden

formschlüssigen Einrückens zu überführen, wobei das Steuersystem gekennzeichnet ist durch:

Mittel (31) zur Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an die Aktuatoren, um das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe ( $GR_T$ ) zugeordnet sind, nur dann auszulösen, wenn die Gleichung:

$(OS * GR_T) + K \geq IS_E > (OS * GR_T)$  erfüllt ist, wenn  $K \geq Z$  oder wenn:  $(OS * GR_T) + K \geq IS_E > (OS * GR_T) - (Z - K)$  erfüllt ist, wenn  $K < Z$ , wobei:

OS	=	Ausgangswellendrehzahl (in U/min)
$GR_T$	=	Übersetzungsverhältnis der Zielgangstufe
K	=	eine positive Drehzahl
Z	=	minimales Gesamtsynchronfenster (in U/min), und
$IS_E$	=	die erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt beginnen des formschlüssigen Eingriffs des Paares positiver Klauenkupplungselemente ist, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

48. Steuersystem nach Anspruch 47, bei dem der Wert von  $IS_E$  als eine Funktion in der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

49. Steuersystem nach Anspruch 47 oder 48, bei dem die Kupplung eine Reibkupplung ist.

50. System nach Anspruch 47 oder 48, bei dem K den größeren von  $fGR_T$  oder  $K_{MIN}$  entspricht, wobei:

$fGR_T$  eine Funktion von  $GR_T$  ist, deren Wert sich mit sich erhöhenden bzw. vermindernden Werten von  $GR_T$  erhöht bzw. vermindert, und

$K_{MIN}$  ein konstanter Minimalwert ist.

51. System nach Anspruch 50, bei dem  $K_{MIN}$  ungefähr gleich 30 U/min ist.

52. System nach Anspruch 50, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist, und das lediglich hinsichtlich Verbund-Hochschaltvorgängen weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Einrücken des Paares form-schlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y =$  eine positive Drehzahl.

53. System nach Anspruch 52, bei dem  $K_{MIN}$  ungefähr gleich 30 U/min ist.

54. System nach Anspruch 47, bei dem das Getriebe ein Verbundgetriebe der Rangebauart ist, und das nur hinsichtlich von Verbund-Hochschaltvorgängen weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Einrücken eines Paares form-schlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe zugeordnet sind, nur dann ausgelöst wird, wenn die Gleichung  $(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei  $Y =$  ein positiver Drehzahlwert.

55. Verfahren zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart mit einem mehrgängigen mechanischen Verbundgetriebe der Rangebauart (11), das eine Hauptgetriebegruppe (12) aufweist, die mit einer Hilfsgetriebegruppe (14) in Serie angeordnet ist, wobei die Hauptgetriebegruppe mehrere auswählbare Gangstufen aufweist, die jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Kupplungselemente (112/114, 116/ 118) aufweisen, wobei das Getriebe eine über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) antriebsmäßig verbundene Eingangswelle (16) und eine Ausgangswelle (90) aufweist, die mit den Fahrzeugantriebsrädern treibend verbunden ist, mit einer Steuereinheit (CPU) zum Empfang von Eingangssignalen, die die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswelldrehzahl (OS) kennzeichnen und zur Verarbeitung derselben gemäß vorbestimmter logischer Regeln zur Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an Systemaktuatoren (23, 27, 29), zu denen ein Getriebeaktor (27) gehört, der dazu dient, ausgewählte Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente ein- und auszurücken, wobei der Getriebeaktor eine Reaktionszeit aufweist, die die Zeit beinhaltet, die der Aktuator benötigt, um zu reagieren und ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Eingriffs zu überführen, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass:

bei einem Range-Verbundhochschaltvorgang Befehlsausgangssignale an die Aktuatoren ausgegeben werden, um das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe  $GR_z$  zugeordnet sind, nur dann auszulösen, wenn die Gleichung:

10.05.99

$(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y$  erfüllt ist, wobei

OS = die Ausgangswellendrehzahl (in U/min)  
 GR<sub>T</sub> = Übersetzung der Zielgangstufe  
 Y = eine positive Drehzahl, und  
 IS<sub>E</sub> = die erwartete Eingangswellendrehzahl (in U/min) zu dem Zeitpunkt beginnenden formschlüssigen Eingriffs des Paars formschlüssiger Kupplungselemente ist, die der Zielgangstufe zugeordnet sind.

56. Verfahren nach Anspruch 55, bei dem der Wert von IS<sub>E</sub> als eine Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

57. Verfahren zum Steuern des Schaltens eines automatischen mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystems (10) der Bauart mit einem mehrgängigen mechanischen Verbundgetriebe der Rangebauart (11), das eine Hauptgetriebegruppe (12) aufweist, die mit einer Hilfsgetriebegruppe (14) in Serie angeordnet ist, wobei die Hauptgetriebegruppe mehrere auswählbare Gangstufen aufweist, zu denen jeweils ihnen zugeordnete ein- und ausrückbare Paare formschlüssiger Kupplungselemente (112/114, 116/ 118) gehören, wobei das Getriebe eine über eine nicht formschlüssige Kupplung (C) mit einem Primärantrieb (E) antriebsmäßig verbundene Eingangswelle (16) und eine Ausgangswelle (90) aufweist, die mit den Fahrzeugantriebsrädern treibend verbunden ist, mit einer Steuereinheit (CPU) zum Empfang von Eingangssignalen, die die Eingangswellendrehzahl (IS) und die Ausgangswellendrehzahl (OS) kennzeichnen, und zur Verarbeitung derselben gemäß vorbestimmter logischer Regeln zur Ausgabe von Befehlsausgangssignalen an Systemaktuatoren (23, 27,



10.06.98

29), zu denen ein Getriebeaktuator (27) gehört, der dazu dient, ausgewählte Paare formschlüssiger Klauenkupplungselemente ein- und auszurücken, wobei der Getriebeaktuator eine Reaktionszeit aufweist, zu der die Zeit gehört, die der Aktuator zur Reaktion auf ein Befehlsausgangssignal und dazu benötigt, um ein ausgewähltes Paar formschlüssiger Klauenkupplungselemente aus einer normalerweise ausgerückten Position in eine Position beginnenden formschlüssigen Eingriffs zu überführen, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass:

bei einem Range-Verbundhochschaltvorgang Befehlsausgangssignale an die Aktuatoren ausgegeben werden, um das Einrücken des Paares formschlüssiger Kupplungselemente, die der Zielgangstufe  $GR_T$  zugeordnet sind, nur dann auszulösen, wenn die Gleichung:

$$(OS * GR_T) > IS_E \geq (OS * GR_T) - Y \text{ erfüllt ist, wobei}$$

OS	=	die Ausgangswellendrehzahl (in U/min)
$GR_T$	=	Übersetzung der Zielgangstufe
Y	=	eine positive Drehzahl, und

58. Steuersystem nach Anspruch 57, bei dem der Wert von  $IS_E$  als eine Funktion der Eingangssignale und der Reaktionszeit bestimmt ist.

10.08.93

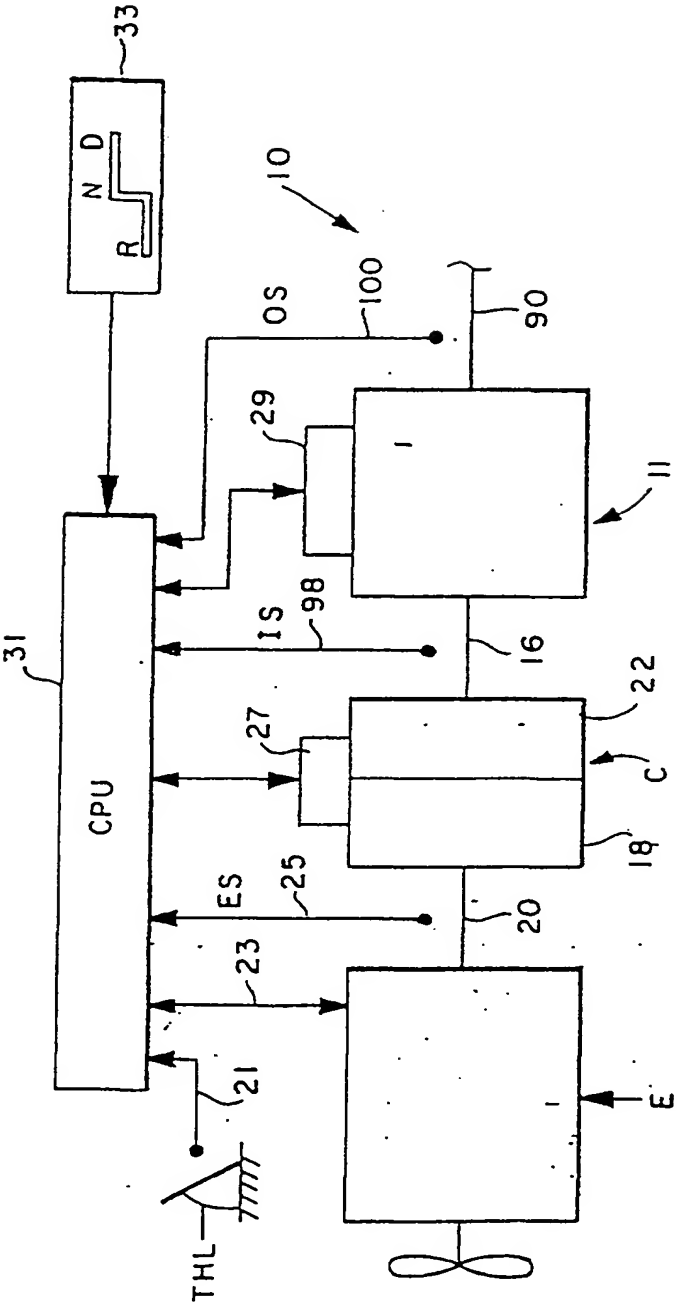


Fig. 1

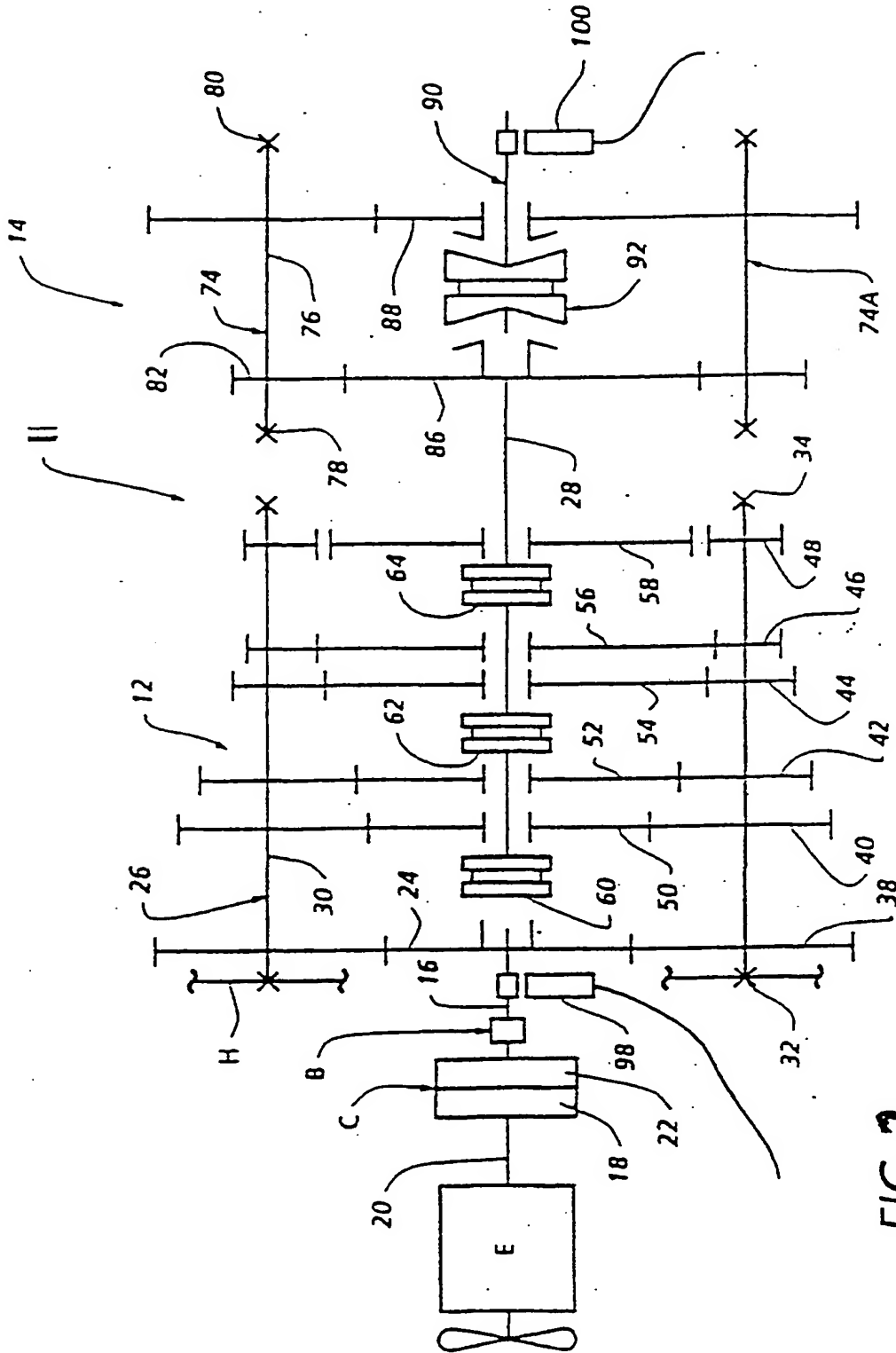
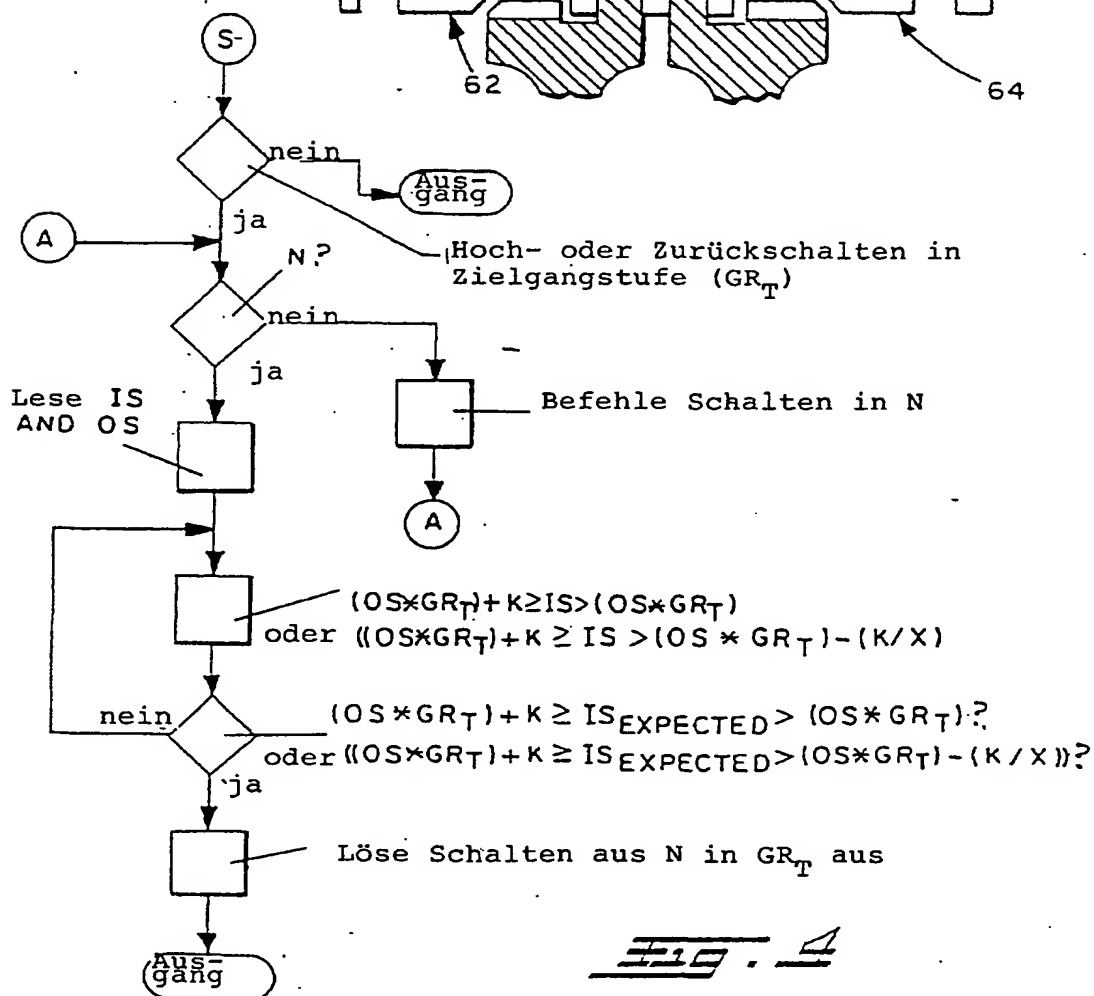
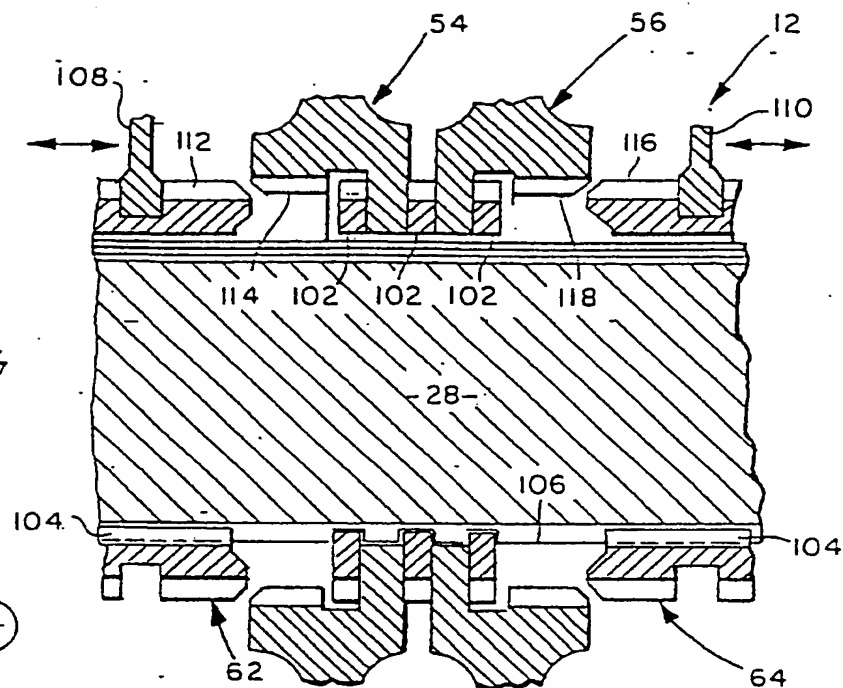


FIG. 2



10.08.98

Gang	numerische Getriebeunter- setzung (GR)	* K (RPM)	Synchron- fenster
			IS+/- (RPM)
10TH	1.00	30	+30/-15
9TH	1.27	30	+30/-15
8TH	1.65	30	+30/-15
7TH	2.14	30	+30/-15
6TH	2.79	37	+37/-8
Range-Schalt- vorgang			
5TH	3.57	52	+52/-0
4TH	4.54	72	+72/-0
3RD	5.90	99	+99/-0
2ND	7.63	134	+134/-0
1ST	9.96	180	+180/-0
REV H	2.76	36	+36/-9
REV L	9.84	178	+178/-0

\*  $K = (20 \cdot GR) - 19$  oder 30,  
je nachdem was größer ist,  
 $Y = 45$

Fig. 5

**This Page Blank (uspto)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

***This Page Blank (uspto)***